

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) EP 0 881 804 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
02.12.1998 Bulletin 1998/49

(51) Int Cl.⁶: H04L 27/00, H04L 27/26

(21) Numéro de dépôt: 98201522.4

(22) Date de dépôt: 11.05.1998

(84) Etats contractants désignés:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE
Etats d'extension désignés:
AL LT LV MK RO SI

(72) Inventeur: Guémas, Philippe,
Société Civile S.P.I.D.
75008 Paris (FR)

(74) Mandataire: Landousy, Christian
Société Civile S.P.I.D.
156, Boulevard Haussmann
75008 Paris (FR)

(30) Priorité: 27.05.1997 FR 9706466

(71) Demandeur: Koninklijke Philips Electronics N.V.
5621 BA Eindhoven (NL)

(54) Procédé de détermination d'un format d'émission de symboles dans un système de transmission et système

(57) Le procédé détermine le format d'émission de symboles complexes dans un signal reçu formaté en blocs de symboles complexes. Chaque bloc comporte une première occurrence (G_{1k}) d'un groupe de symboles complexes et une deuxième occurrence (g_{1k}) du même groupe de symboles complexes. Le procédé détermine le format en opérant une corrélation entre la première occurrence et la seconde occurrence.

Il comporte:

- un stockage d'une première suite de symboles complexes à l'aide d'une fenêtre temporelle d'acquisition (AW),
- une corrélation (311, 312) de la première suite de symboles complexes avec une seconde suite de symboles complexes sélectionnée à un autre moment à l'aide d'une fenêtre temporelle de corrélation (CW),
- la détermination du format d'émission (330, 340, 350, 380) en recherchant un maximum de corrélation entre la première suite et la seconde suite de symboles complexes par synchronisation des fenêtres sur le signal reçu de manière à ce que les fenêtres sélectionnent respectivement la première occurrence et la seconde occurrence de symboles complexes.

Le procédé est utilisé dans un système de transmission numérique utilisant des signaux OFDM.

Application: Système de transmission numérique OFDM.

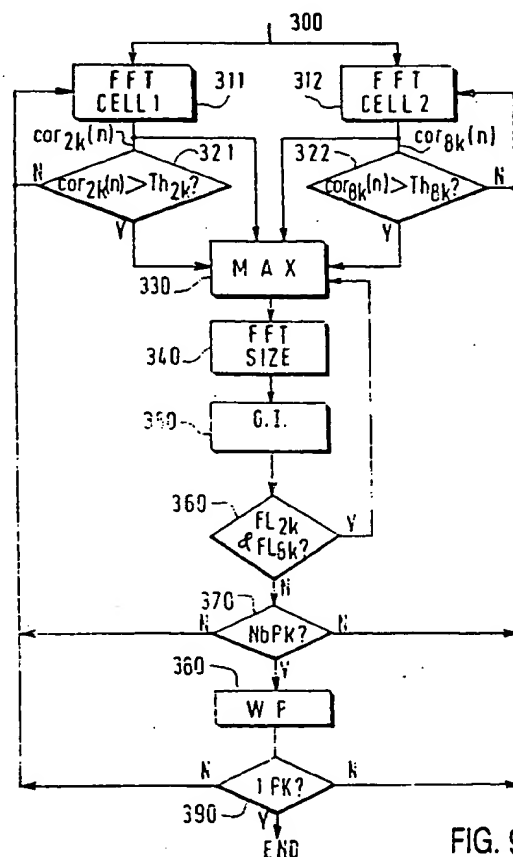


FIG. 9

EP 0 881 804 A1

Description

L'invention concerne un procédé applicable à un système de transmission pour déterminer un format d'émission de symboles complexes dans un signal formaté en blocs de symboles complexes, chaque bloc comportant une première occurrence d'un groupe de symboles complexes et une deuxième occurrence du même groupe de symboles complexes, les deux occurrences ayant une même durée, le procédé opérant une corrélation entre la première occurrence et la seconde occurrence pour déterminer des caractéristiques du format d'émission.

L'invention concerne également un système et un récepteur mettant en oeuvre le procédé. Le procédé est utilisé pour la réception de signaux, émis par exemple selon une répartition multiplexée de fréquences orthogonales, transmis notamment par voie hertzienne, par câble, par satellite, par exemple pour des applications en télévision numérique.

Les signaux émis selon une répartition multiplexée de fréquences orthogonales seront par la suite identifiés par l'appellation simplifiée OFDM (qui en langue anglaise signifie Orthogonal Frequency Division Multiplexing). La technique OFDM consiste à fractionner une information à transmettre en la répartissant sur un grand nombre de canaux élémentaires à bas débit. On transforme ainsi un canal à large bande fortement sélectif en un grand nombre de canaux élémentaires non sélectifs. Comme l'ensemble constitue un canal à large bande, il est peu probable que des évanouissements en cours de transmission affectent simultanément la totalité du canal. Cette technique permet également de réduire les brouillages intersymboles. A chaque canal élémentaire correspond alors une fréquence, l'ensemble des fréquences étant symétriquement réparti autour d'une fréquence porteuse centrale. Comme à la réception il est difficilement acceptable d'utiliser des filtres sélectifs, on préfère tolérer un recouvrement des spectres mais en imposant des conditions d'orthogonalité entre les fréquences pour éliminer l'interférence intersymbole aux instants d'échantillonnage.

Le signal OFDM est organisé par trames formées de blocs dont certains sont des blocs de service et d'autres des blocs de données. Pour éviter les interférences intersymboles, chaque bloc contient des informations redondantes. Un bloc quelconque est formé par toutes les fréquences OFDM que met en oeuvre le système, les fréquences étant modulées par des symboles numériques à transmettre issus d'une modulation codée, par exemple une modulation numérique MDP ou MAQ. A l'émission, ces symboles sont codés conformément à un certain format et à un certain rythme qu'il faut retrouver à la réception afin de pouvoir les décoder correctement. Donc à la réception, les signaux reçus doivent être démodulés puis décodés pour restituer les informations d'origine. L'invention se propose de retrouver les caractéristiques essentielles du format d'émission utilisé à l'émission.

On connaît le document EP 608 024 qui décrit un système de transmission numérique avec une récupération de rythme de signaux OFDM. Ce document exploite les deux occurrences d'un même groupe de symboles qui apparaissent dans un signal OFDM. Une corrélation est réalisée entre ces deux occurrences en retardant une des occurrences par un délai constant. En effet, ce document considère que ce délai est connu ce qui n'est pas le cas dans toutes les applications de cette technique. Le dispositif ainsi décrit récupère le rythme des symboles à partir d'une horloge locale, d'une division de fréquences et d'un asservissement par une boucle d'asservissement de phase. De plus, la corrélation met en oeuvre une technique soustractive qui nécessite beaucoup de mémoire de stockage.

Le but de l'invention est de permettre de récupérer des symboles complexes organisés notamment en blocs OFDM en opérant en aveugle, sans connaître a priori le format d'émission.

Ce but est atteint avec un procédé de récupération de symboles complexes qui comporte les étapes suivantes:

- stockage d'une première suite de symboles complexes prise dans le signal reçu à l'aide d'une fenêtre temporelle d'acquisition laquelle présente une durée supérieure à la durée des occurrences de symboles complexes,
- corrélation de la première suite de symboles complexes avec une seconde suite de symboles complexes sélectionnée à un autre moment dans le signal reçu, à l'aide d'une fenêtre temporelle de corrélation de durée égale à celle de la fenêtre temporelle d'acquisition,
- détermination des caractéristiques du format d'émission en recherchant un maximum de corrélation entre la première suite et la seconde suite de symboles complexes en synchronisant la fenêtre d'acquisition sur le signal reçu et en positionnant temporellement les fenêtres l'une par rapport à l'autre, le maximum de corrélation apparaissant lorsque la première et la seconde suite de symboles complexes renferment respectivement lesdites première et seconde occurrences.

Plus particulièrement, le signal étant un signal à répartition multiplexée de fréquences orthogonales, dit signal OFDM, le procédé détermine un nombre de fréquences orthogonales contenues dans au moins un format d'émission du signal OFDM.

L'invention concerne également un système de transmission d'un signal à répartition multiplexée de fréquences orthogonales, dit signal OFDM, le système comprenant des moyens d'émission dudit signal formaté en blocs de symboles complexes conformément à un format d'émission, chaque bloc comportant une première occurrence d'un groupe de symboles complexes et une deuxième occurrence du même groupe de symboles complexes, les deux occurrences

ayant une même durée, et des moyens de réception comportant des moyens de corrélation pour déterminer une corrélation entre la première occurrence et la seconde occurrence et déterminer des caractéristiques du format d'émission caractérisé en ce que les moyens de réception comportent:

- 5 - des moyens pour sélectionner et stocker une première suite de symboles complexes sélectionnée dans le signal reçu à l'aide d'une fenêtre temporelle d'acquisition laquelle présente une durée supérieure à la durée des occurrences de symboles complexes,
- des moyens pour sélectionner une seconde suite de symboles complexes sélectionnée à un autre moment dans le signal reçu, à l'aide d'une fenêtre temporelle de corrélation de durée égale à celle de la fenêtre temporelle d'acquisition, les moyens de corrélation opérant la corrélation entre la première suite et la seconde suite de symboles complexes,
- 10 - des moyens pour déterminer les caractéristiques du format d'émission en recherchant un maximum de corrélation entre la première suite et la seconde suite de symboles complexes en synchronisant la fenêtre d'acquisition sur le signal reçu et en positionnant temporellement les fenêtres l'une par rapport à l'autre, le maximum de corrélation apparaissant lorsque la première et la seconde suite de symboles complexes renferment respectivement lesdites première et seconde occurrences.

Plus particulièrement, les moyens de réception comportent plusieurs voies disposées en parallèle permettant de déterminer plusieurs formats d'émission. Préférentiellement les voies opèrent simultanément. L'invention concerne également le récepteur mis en oeuvre dans un tel système.

Ces différents aspects de l'invention et d'autres encore seront apparents et élucidés à partir des modes de réalisation décrits ci-après.

L'invention sera mieux comprise à l'aide des figures suivantes données à titre d'exemples non limitatifs qui représentent:

- 25 Figure 1 : un schéma bloc d'un système émetteur-récepteur de signaux numériques.
 - Figure 2: un schéma d'un modulateur.
 - Figure 3 : une représentation de l'emplacement des symboles complexes dans la mémoire de corrélation.
 - Figure 4: un schéma d'un démodulateur.
 - Figure 5 : un schéma général du dispositif de synchronisation temporelle selon l'invention.
 - 30 Figure 6 : un diagramme temporel montrant des positionnements des fenêtres d'acquisition et de corrélation et le signal de corrélation qui en résulte.
 - Figure 7 : un schéma d'une cellule de corrélation selon l'invention.
 - Figure 8 : un schéma général d'un système selon l'invention comportant deux voies pour effectuer deux corrélations.
 - 35 Figure 9: un organigramme montrant différentes étapes du procédé selon l'invention.
- La figure 1 représente un schéma bloc d'un système de transmission numérique formé d'un émetteur 5 et d'un récepteur 105 qui communiquent à travers un canal CHAN 15. Il peut s'agir de liaisons hertziennes, de liaisons par satellite ou de liaisons par câbles. L'émetteur 5 comprend en série:

- 40 - un codeur de source ENC1 11 (qui peut ne pas exister),
- un codeur de canal ENC2 12,
- un modulateur OFDM MOD 13,
- un filtre d'émission 14,
- un oscillateur OSC 16 qui génère une porteuse f_c ,
- 45 - un mélangeur 17 mélangeant le signal de sortie du filtre d'émission avec la porteuse f_c .

Les échantillons délivrés par le codeur de source 11 sont codés par le codeur de canal 12 pour les rendre non vulnérables aux imperfections du canal. Le modulateur 13 adapte ensuite les échantillons numériques au canal de transmission.

50 Le récepteur 105 effectue à la réception des opérations inverses de celles effectuées à l'émission. Pour cela il comprend (à la sortie du canal 15):

- un échantillonneur 115 opérant à la cadence de l'horloge H d'échantillonnage du signal.
- un mélangeur 117 qui multiplie les échantillons du signal reçu par une porteuse locale régénérée f_c ,
- 55 - un filtre de réception 114,
- un démodulateur OFDM 113,
- un décodeur de canal DEC2 112,
- un décodeur de source DEC1 111 (si le codeur de source existe à l'émission),

- un dispositif SYNC de synchronisation de porteuse 116 qui génère la porteuse régénérée f_r ,
- un dispositif 119 de synchronisation temporelle destiné à retrouver le rythme des blocs des symboles OFDM.

L'invention est concernée par la synchronisation temporelle (dispositif 119) et non pas par la synchronisation de porteuse (dispositif 116).

Pour que la description soit claire, les mécanismes connus mis en oeuvre à l'émission et à la réception sont tout d'abord exposés.

La figure 2 représente le schéma du modulateur 13. Les données d'entrée numérisées, présentes sur l'entrée 130, sont introduites dans un organe 131 d'affectation binaire MAPP qui répartit les données d'entrée en symboles codés d'une constellation. Les symboles codés qui apparaissent en série en sortie de l'organe 131 subissent une conversion série-parallèle S/P 133 pour donner lieu à des paquets-blocs de N symboles complexes C_k ($0 \leq k \leq N-1$). Un symbole complexe C_k est utilisé pour moduler une porteuse de fréquence f_k avec $f_k = k/T$ (en raison de l'orthogonalité) où T est la durée d'un symbole OFDM et k l'indice de la porteuse. La combinaison de toutes les porteuses f_k , modulées en vue de générer le signal OFDM global, revient à effectuer une transformée de Fourier inverse dans un dispositif 135. Dans le cas particulier où N est une puissance de 2, la transformée de Fourier inverse peut être effectuée en utilisant l'algorithme de transformée rapide inverse (FFT⁻¹) comme indiqué sur la figure 2. Ceci permet de réduire la complexité du circuit. Les N signaux issus du dispositif 135 subissent une conversion parallèle-série 136. Ces techniques de modulation sont connues de l'homme du métier.

La figure 4 représente le démodulateur 113 qui opère, à la réception, les opérations inverses de celles mises en oeuvre à l'émission. Pour cela, il comprend un échantillonneur 151 qui opère à une cadence N/T où N est le nombre total de porteuses du canal OFDM et $1/T$ la fréquence symbole. Les échantillons ainsi prélevés subissent une conversion série-parallèle 154 puis sont introduits dans un dispositif 153 qui effectue une transformée de Fourier discrète (de préférence rapide FFT) pour délivrer en parallèle les échantillons q_k ($0 \leq k \leq N-1$) qui subissent une transformation parallèle-série dans un dispositif 155.

Pour certaines applications, le nombre de porteuses OFDM est connu au niveau du récepteur ce qui entraîne que la taille de la FFT est également connue. Mais le récepteur doit néanmoins déterminer le rythme des symboles OFDM ainsi que la structure des symboles OFDM.

Pour d'autres applications, l'émetteur peut mettre en oeuvre différents formats d'émission, donc utiliser des nombres de porteuses différents. Dans ce cas le récepteur doit mettre en oeuvre en outre une procédure pour déterminer sur combien de porteuses est effectuée l'émission.

Dans les deux cas, le dispositif de synchronisation temporelle opère en aveugle, c'est-à-dire qu'il ne dispose que des symboles OFDM reçus et ne reçoit pas l'aide de signaux spécifiques de contrôle.

La figure 6 montre sous le repère B un aspect général de la structure des symboles OFDM S_k , S_{k+1} , S_{k+2} en fonction du temps identifié sur la figure par le nombre n d'échantillons reçus. Le symbole S_k comporte d'une part un intervalle de garde Gl_k et d'autre part N_u échantillons qui renferment l'information à décoder. Selon la technique OFDM communément utilisée, l'intervalle de garde Gl_k constitue une copie (faite à l'émission) de la fin gl_k des N_u échantillons d'information. Ceci est indiqué en pointillés sur la figure 6. Ainsi chaque bloc OFDM renferme en début et en fin de symbole, deux occurrences Gl_k et gl_k d'un groupe d'échantillons identiques. C'est cette répétition d'informations identiques au sein d'un même symbole qui est mise à profit pour retrouver le cadencement et la structure des symboles OFDM émis. Selon les formats utilisés à l'émission la durée de l'intervalle de garde Gl_k ainsi que le nombre N_u d'échantillons d'informations peuvent varier soit au cours d'une transmission soit plus généralement pour des applications différentes. Pour permettre au récepteur de fonctionner avec n'importe quel type de format d'émission, l'invention réalise une procédure de reconnaissance dudit format de manière à permettre un décodage correct des données transmises.

La figure 6, sous le repère A, montre des dispositions temporelles pour les fenêtres d'acquisition $AW1$, $AW2$ et pour les fenêtres de corrélation $CW1$, $CW2$ par rapport aux symboles S_k , S_{k+1} , S_{k+2} . Les fenêtres d'acquisition et de corrélation ont une largeur de M symboles. Considérons le couple de fenêtres $AW1$ et $CW1$ que l'on choisit distantes l'une de l'autre de N_u échantillons. A l'apparition de la fenêtre d'acquisition $AW1$ des échantillons du symbole S_k sont conservés dans une mémoire pour être corrélés avec ceux se présentant lors de l'apparition de la fenêtre de corrélation $CW1$. Sur la figure 6, on observe que la fenêtre d'acquisition $AW1$ n'a pas mémorisé l'intervalle de garde Gl_k . De même, la fenêtre de corrélation $CW1$ n'est pas en concordance avec une des occurrences gl_k , Gl_{k+1} ou gl_{k+1} . Les corrélations qui sont effectuées selon l'invention entre les échantillons sélectionnés par la fenêtre d'acquisition et par la fenêtre de corrélation sont représentées sous le repère C de la figure 6. En ce qui concerne la corrélation effectuée entre les échantillons contenus dans les fenêtres $AW1$ et $CW1$, le résultat ne laisse apparaître qu'un signal de bruit. Au cours de l'étape suivante, la fenêtre d'acquisition et la fenêtre de corrélation sont déplacées conjointement, toujours distantes l'une de l'autre par N_u échantillons. Mais la distance qui sépare deux fenêtres successives de même nature est alors décalée de L échantillons pour être égale à $N_u + M + L$ échantillons. De cette manière, la fenêtre d'acquisition $AW2$ se présente en partie en même temps que l'intervalle de garde Gl_{k+2} . De même le fenêtre de corrélation $CW2$ recouvre

partiellement la fin du symbole S_{k+2} qui renferme les mêmes échantillons que l'intervalle de garde GI_{k+2} . Le signal de corrélation $Cor(n)$ qui en résulte présente de ce fait un fort accroissement. L'existence de cet accroissement est par exemple détectée lorsque le signal $Cor(n)$ dépasse un seuil Th . En poursuivant cette procédure, on observe que le signal de corrélation va présenter un maximum lorsque la fenêtre d'acquisition va coïncider avec un intervalle de garde GI_{k+i} , tandis que la fenêtre de corrélation coïncidera avec la fin du symbole qui renferme la même information gl_{k+i} . Ceci est représenté avec le couple de fenêtres AW/CWi représenté sur la figure 6 où i est le rang des fenêtres. Les signaux de corrélation $Cor(n)$ représentés sur la figure 6 ne sont pas à la même échelle. En calculant la position du maximum de corrélation par rapport à la fenêtre de corrélation, il est possible de calculer la durée de l'intervalle de garde et de synchroniser les fenêtres sur les symboles en calculant le décalage entre le maximum de corrélation et la fenêtre de corrélation.

La figure 5 est un schéma général du dispositif 119 de synchronisation temporelle selon l'invention appliqué au cas de la détermination de deux formats différents d'émission. Une première voie 1 concerne la détermination d'un signal de corrélation $Cor_{2k}(n)$ sur $Nu=2048$ porteuses correspondant à une FFT de 2048 points. Une seconde voie concerne la détermination d'un signal de corrélation $Cor_{8k}(n)$ sur $Nu=8192$ porteuses correspondant à une FFT de 8192 points. Les signaux complexes numérisés I/Q arrivent dans deux cellules de corrélation 20_{2k} et 20_{8k} qui calculent les signaux de corrélation $Cor_{2k}(n)$ et $Cor_{8k}(n)$. Deux détecteurs à seuil 21_{2k} et 21_{8k} déterminent si les signaux de corrélation sont supérieurs ou inférieurs respectivement aux seuils Th_{2k} , Th_{8k} . Selon le résultat délivré par ces détecteurs, le sous-ensemble 22 met en oeuvre la procédure de déplacement des fenêtres. Une unité de contrôle 24 opère le contrôle des opérations permettant de sélectionner le format d'émission correspondant aux signaux complexes I/Q reçus. Un sous-ensemble 26 calcule la durée et la position de l'intervalle de garde dans la fenêtre. Ce positionnement est assurée par le sous-ensemble 22.

La figure 8 montre le contenu de la figure 5 sous une forme plus détaillée. Les cellules de corrélation 20_{2k} et 20_{8k} sont commandées par respectivement les signaux WS_{2k} et WS_{8k} qui définissent la stratégie appliquée pour effectuer les corrélations. La stratégie correspond à un positionnement précis de chacune des fenêtres pour chacune des voies. Chaque voie dispose d'une stratégie différente qui change lorsque la voie considérée a été estimée gagnante. L'évolution de la stratégie a pour but d'aboutir à la détermination de la FFT et de l'intervalle de garde. La stratégie est gérée par le contrôleur 24 qui délivre des signaux de contrôle nécessaires aux opérations:

- signaux WS_{2k} et WS_{8k} : signaux qui définissent la stratégie;
- signal WP_{en} : signal autorisant le transfert de signaux autocorrélés supérieurs au seuil, et ceci pour l'estimation du début du symbole OFDM;
- signal GI_{en} : signal autorisant le transfert de la valeur d'un compteur 25_{2k} ou 25_{8k} de la voie sélectionnée pour opérer le calcul de l'intervalle de garde relatif à cette voie;
- signal $SIZE$: signal autorisant un changement de taille de FFT jusqu'à l'identification de l'intervalle de garde. Dès que cette identification est réussie, la taille de la FFT peut être gelée;
- signal RES : signal dépendant d'une nouvelle stratégie servant à remettre à zéro l'unité de comptage;
- signal Th : signal définissant le seuil au-dessus duquel un signal de corrélation significatif doit être pris en compte.

Le contrôleur 24 prend en compte les résultats fournis et donc reçoit:

- signal \hat{FFT} : signal de numéro de la voie correspondant à la taille estimée de la FFT;
- signal $OFFSET$: signal mesurant le décalage de la position du pic de corrélation par rapport à la fenêtre de corrélation utilisé pour déterminer le début du symbole OFDM;
- signal GI : signal donnant la durée de l'intervalle de garde en nombre d'échantillons;
- signal H : horloge d'échantillonnage.

Lorsque le signal de corrélation est supérieur au seuil, le détecteur de seuil envoie un signal qui incrémente le compteur 25_{2k} , 25_{8k} placé dans la voie. Au départ, l'une ou l'autre des voies peut être sélectionnée. Cette sélection est opérée sur la base de l'amplitude des pics de corrélation mesurés sur chaque voie. Pour cela les amplitudes des pics de corrélation sont comparés dans un comparateur 29 qui détermine la taille de la FFT en délivrant un signal \hat{FFT} . Celui-ci active un premier sélecteur $SEL1$ 27 qui connecte la voie sélectionnée sur le dispositif de calcul 26 qui détermine la durée de l'intervalle de garde et qui délivre le signal GI . De la même manière, le signal \hat{FFT} active un second sélecteur 23 qui transmet l'amplitude du signal de corrélation de la voie sélectionnée vers une unité de calcul 22 qui mesure le décalage existant entre le maximum de corrélation et le début de la fenêtre de corrélation.

Le schéma d'une cellule de corrélation est représenté sur la figure 7. Elle comporte une unité mémoire 210 fonctionnant en mode FIFO. Celle-ci reçoit une première suite de symboles complexes d'entrée $x(n)$ (symboles complexes I/Q) durant l'ouverture de la fenêtre d'acquisition AW dont la durée et la position temporelle sont déterminées par l'unité de contrôle 24.

Selon la procédure qui a été décrite, la fenêtre de corrélation CW est ouverte par le contrôleur 24 avec un retard de Nu échantillons relativement à la fenêtre AW, pour sélectionner une seconde suite de symboles complexes $x(n)$. Simultanément, la sortie de l'unité mémoire délivre des données $x(n-Nu)$ qui sont transformées en données conjuguées $x^*(n-Nu)$ dans un sous-ensemble de transformation 230. Une unité de multiplication 240 multiplie la seconde suite $x(n)$ par les données conjuguées $x^*(n-Nu)$ pour fournir $x(n).x^*(n-Nu)$. On calcule un signal de corrélation $Cor(n)$ sur une fenêtre glissante qui est déplacée à l'intérieur de la fenêtre de corrélation CW. L'accumulation du signal $x(n).x^*(n-Nu)$ sur la fenêtre glissante Ni détermine le signal de corrélation $Cor(n)$ selon:

$$Cor(n) = \sum_{k=n-Ni+1}^n x(k) x^*(k-Nu) .$$

Cette relation peut également être écrite sous la forme:

$$Cor(n) = Cor(n-1) + x(n).x^*(n-Nu) - x(n-Ni).x^*(n-Ni-Nu).$$

La longueur de la fenêtre glissante Ni doit rester inférieure ou égale à la plus petite largeur d'intervalle de garde Ng couramment identifiée de la voie considérée, c'est-à-dire:

- $Ni = Ng_{min}$ pendant la phase de détermination de la taille de la FFT et de la largeur de l'intervalle de garde;
- $Ni = Ng$ où Ng est l'estimée de Ng après identification de la largeur de l'intervalle de garde.

La cellule de corrélation effectue les opérations suivantes:

- stockage des échantillons reçus $x(n)$ dans la mémoire pendant l'ouverture de la fenêtre d'acquisition. Du fait du décalage de Nu échantillons entre l'ouverture de la fenêtre d'acquisition AW et celle de la fenêtre de corrélation CW, les échantillons qui sortent de la mémoire sont référencés sous la forme $x(n-Nu)$ en appelant $x(n)$ les échantillons courants sélectionnés par la fenêtre de corrélation CW;
- transformation des données stockées $x(n-Nu)$ en données conjuguées $x^*(n-Nu)$;
- dans le multiplieur 240, calcul de $x(n).x^*(n-Nu)$;
- sélection des données $x(n-Ni).x^*(n-Ni-Nu)$;
- dans un additionneur/soustracteur 250, soustraction entre $x(n).x^*(n-Nu)$ et $x(n-Ni).x^*(n-Ni-Nu)$ et addition du résultat à $Cor(n-1)$ pour fournir le signal de corrélation $Cor(n)$ à l'instant n ;
- dans un dispositif de retard 260, décalage du signal $Cor(n)$ d'une période d'horloge pour être utilisé à la période suivante.

Le fonctionnement de l'unité mémoire 210 s'effectue de la manière suivante (voir figure 3):

- à l'instant $n=n1$ (référéncé par rapport au début de la fenêtre CW), avec $n1$ compris entre 0 et $M-1$, on calcule $x(n1).x^*(n1-Nu)$ que l'on mémorise à l'emplacement mémoire où $x(n1-Nu)$ était stocké. Le signal $x(n1-Ni).x^*(n1-Ni-Nu)$ commence à opérer à partir de l'instant où il existe, c'est-à-dire à l'instant n supérieur ou égal à Ni .

La figure 9 montre un organigramme des différentes étapes du procédé selon l'invention dans le cas de la détermination de deux formats différents d'émission opérée d'après le schéma de la figure 8. Le procédé débute par le calcul des signaux de corrélation dans les cellules CELL1 et CELL2 pour fournir respectivement les signaux $Cor_{2k}(n)$ et $Cor_{8k}(n)$ au cours des étapes 311 et 312. Au cours des étapes 321 et 322, ces signaux sont comparés respectivement à des seuils Th_{2k} et Th_{8k} , les résultats respectifs de ces comparaisons constituant des drapeaux FL_{2k} et FL_{8k} . Si le seuil n'est pas dépassé (résultat négatif N), les étapes 311 et 312 sont recommencées. Si le seuil est dépassé (résultat positif Y), au cours de l'étape 330 on détermine celui des signaux $Cor_{2k}(n)$ ou $Cor_{8k}(n)$ qui a l'amplitude maximale. A partir du signal qui a l'amplitude maximale, on détermine la taille de la FFT (2k ou 8k) (étape 340) ainsi que la durée de l'intervalle de garde (étape 350) calculée par la cellule de corrélation de la FFT identifiée.

Lorsque les étapes 321 et 322 se déroulent, une des étapes, l'étape 321 par exemple, peut délivrer un résultat positif, alors que l'autre étape 322 délivre un résultat négatif ce qui oblige la cellule CELL2 à recommencer l'étape 312. Pour cette raison, il est nécessaire à la fin de l'étape 350 de vérifier que l'étape 322 n'a pas délivré un résultat positif alors que les étapes 330, 340 et 350 se déroulaient. Cette vérification est effectuée durant l'étape 360. Si FL_{2k} et FL_{8k} sont simultanément positifs (état Y), l'étape 360 fait reprendre le procédé à l'étape 330 pour déterminer à nouveau

lequel des signaux $\text{Cor}_{2k}(n)$ ou $\text{Cor}_{8k}(n)$ a l'amplitude maximale. Il est nécessaire de remettre à zéro le drapeau de la voie non sélectionnée. Si les signaux $\text{Cor}_{2k}(n)$ et $\text{Cor}_{8k}(n)$ ne sont pas simultanément à l'état positif (Y), le procédé passe à l'étape 370 qui détermine si le nombre de pics de corrélation détectés correspond au nombre de symboles OFDM utilisés pour cette détermination. Si le nombre de pics n'est pas correct, le procédé reprend aux étapes 311 ou 312. Si ce nombre est correct, le procédé passe à l'étape 380 pour calculer la position de la fenêtre de corrélation. On s'assure que la fenêtre est correctement positionnée en effectuant une autre vérification au cours de l'étape 390 qui détermine s'il existe bien un seul pic de corrélation dans la fenêtre ainsi positionnée. Si cette vérification est négative (résultat N), la fenêtre n'est pas correctement positionnée et le procédé reprend aux étapes 311 et 312. Si le résultat est positif (Y), le système de synchronisation temporelle est correctement défini et le récepteur est prêt à fonctionner.

Revendications

1. Procédé de détermination d'un format d'émission de symboles complexes dans un signal formaté en blocs de symboles complexes, chaque bloc comportant une première occurrence d'un groupe de symboles complexes et une deuxième occurrence du même groupe de symboles complexes, les deux occurrences ayant une même durée, le procédé opérant une corrélation entre la première occurrence et la seconde occurrence pour déterminer des caractéristiques du format d'émission caractérisé en ce que le procédé comporte les étapes suivantes:
 - stockage d'une première suite de symboles complexes sélectionnée dans le signal reçu à l'aide d'une fenêtre temporelle d'acquisition laquelle présente une durée supérieure à la durée des occurrences de symboles complexes,
 - corrélation de la première suite de symboles complexes avec une seconde suite de symboles complexes sélectionnée à un autre moment dans le signal reçu, à l'aide d'une fenêtre temporelle de corrélation de durée égale à celle de la fenêtre temporelle d'acquisition,
 - détermination des caractéristiques du format d'émission en recherchant un maximum de corrélation entre la première suite et la seconde suite de symboles complexes en synchronisant la fenêtre d'acquisition sur le signal reçu et en positionnant temporellement les fenêtres l'une par rapport à l'autre, le maximum de corrélation apparaissant lorsque la première et la seconde suite de symboles complexes renferment respectivement lesdites première et seconde occurrences.
2. Procédé selon la revendication 1, le signal étant un signal à répartition multiplexée de fréquences orthogonales, dit signal OFDM, caractérisé en ce que le procédé détermine un nombre de fréquences orthogonales contenues dans au moins un format d'émission du signal OFDM.
3. Système de transmission d'un signal à répartition multiplexée de fréquences orthogonales, dit signal OFDM, le système comprenant des moyens d'émission dudit signal formaté en blocs de symboles complexes conformément à un format d'émission, chaque bloc comportant une première occurrence d'un groupe de symboles complexes et une deuxième occurrence du même groupe de symboles complexes, les deux occurrences ayant une même durée, et des moyens de réception comportant des moyens de corrélation pour déterminer une corrélation entre la première occurrence et la seconde occurrence et déterminer des caractéristiques du format d'émission caractérisé en ce que les moyens de réception comportent:
 - des moyens pour sélectionner et stocker une première suite de symboles complexes sélectionnée dans le signal reçu à l'aide d'une fenêtre temporelle d'acquisition laquelle présente une durée supérieure à la durée des occurrences de symboles complexes,
 - des moyens pour sélectionner une seconde suite de symboles complexes sélectionnée à un autre moment dans le signal reçu, à l'aide d'une fenêtre temporelle de corrélation de durée égale à celle de la fenêtre temporelle d'acquisition, les moyens de corrélation opérant la corrélation entre la première suite et la seconde suite de symboles complexes,
 - des moyens pour déterminer les caractéristiques du format d'émission en recherchant un maximum de corrélation entre la première suite et la seconde suite de symboles complexes en synchronisant la fenêtre d'acquisition sur le signal reçu et en positionnant temporellement les fenêtres l'une par rapport à l'autre, le maximum de corrélation apparaissant lorsque la première et la seconde suite de symboles complexes renferment respectivement lesdites première et seconde occurrences.
4. Système selon la revendication 3 caractérisé en ce que les moyens de réception comportent plusieurs voies disposées en parallèle permettant de déterminer plusieurs formats d'émission.

5. Système selon la revendication 4 caractérisé en ce que les voies opèrent simultanément.

6. Récepteur pour recevoir un signal à répartition multiplexée de fréquences orthogonales, dit signal OFDM, le signal étant formaté en blocs de symboles complexes conformément à un format d'émission, chaque bloc comportant une première occurrence d'un groupe de symboles complexes et une deuxième occurrence du même groupe de symboles complexes, les deux occurrences ayant une même durée, le récepteur comportant des moyens de corrélation pour déterminer une corrélation entre la première occurrence et la seconde occurrence pour déterminer des caractéristiques du format d'émission pour détecter le signal reçu caractérisé en ce que les moyens de réception comportent:

- des moyens pour sélectionner et stocker une première suite de symboles complexes sélectionnée dans le signal reçu à l'aide d'une fenêtre temporelle d'acquisition laquelle présente une durée supérieure à la durée des occurrences de symboles complexes,
- des moyens pour sélectionner une seconde suite de symboles complexes sélectionnée à un autre moment dans le signal reçu, à l'aide d'une fenêtre temporelle de corrélation de durée égale à celle de la fenêtre temporelle d'acquisition, les moyens de corrélation opérant la corrélation entre la première suite et la seconde suite de symboles complexes,
- des moyens pour déterminer les caractéristiques du format d'émission en recherchant un maximum de corrélation entre la première suite et la seconde suite de symboles complexes en synchronisant la fenêtre d'acquisition sur le signal reçu et en positionnant temporellement les fenêtres l'une par rapport à l'autre, le maximum de corrélation apparaissant lorsque la première et la seconde suite de symboles complexes renferment respectivement lesdites première et seconde occurrences.

7. Récepteur selon la revendication 6 caractérisé en ce que les moyens de réception comportent plusieurs voies disposées en parallèle permettant de déterminer plusieurs formats d'émission.

8. Récepteur selon la revendication 7 caractérisé en ce que les voies opèrent simultanément.

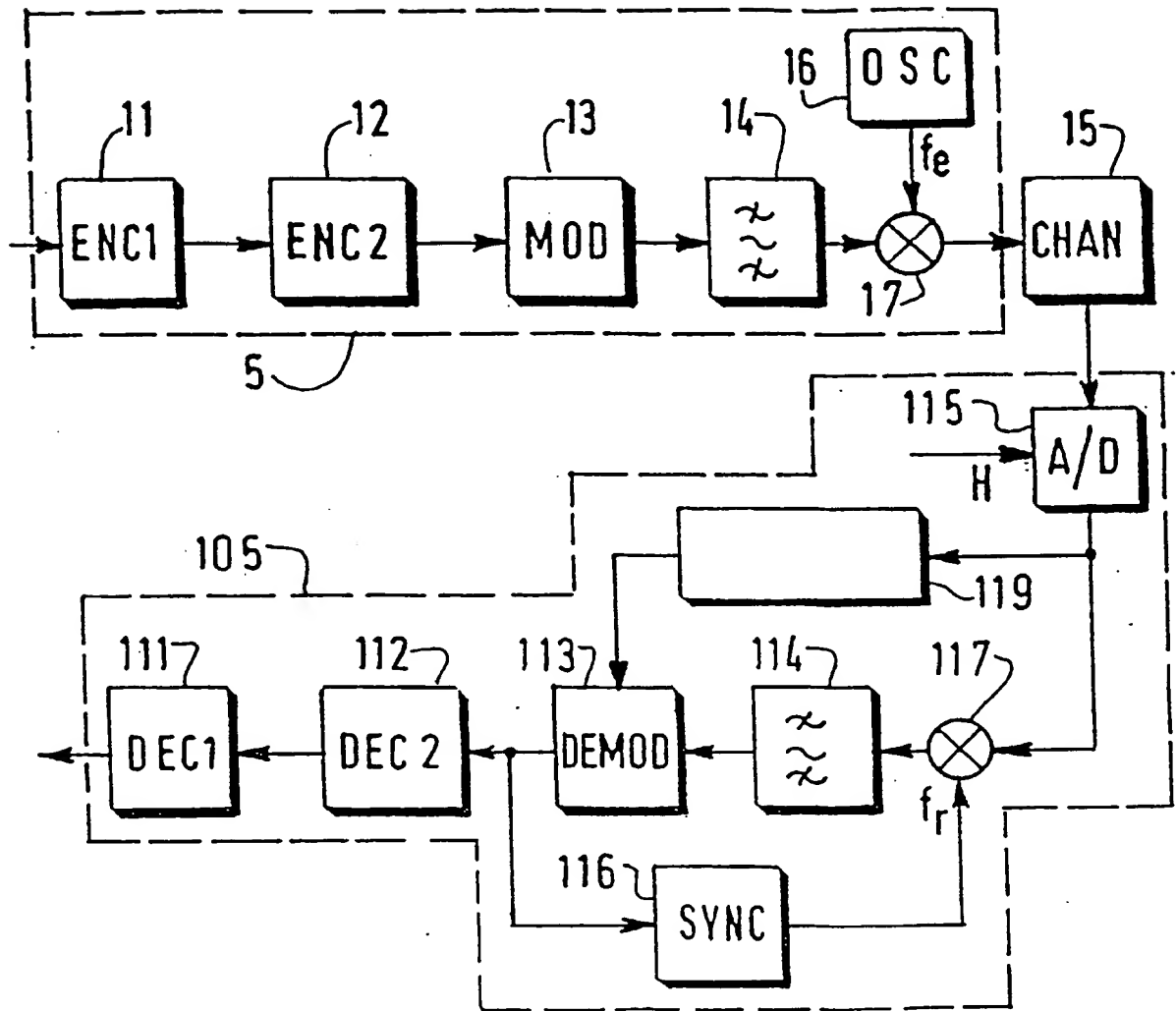


FIG. 1

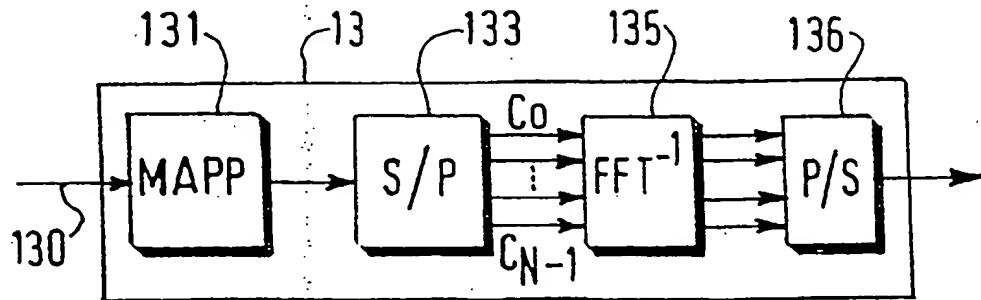


FIG. 2

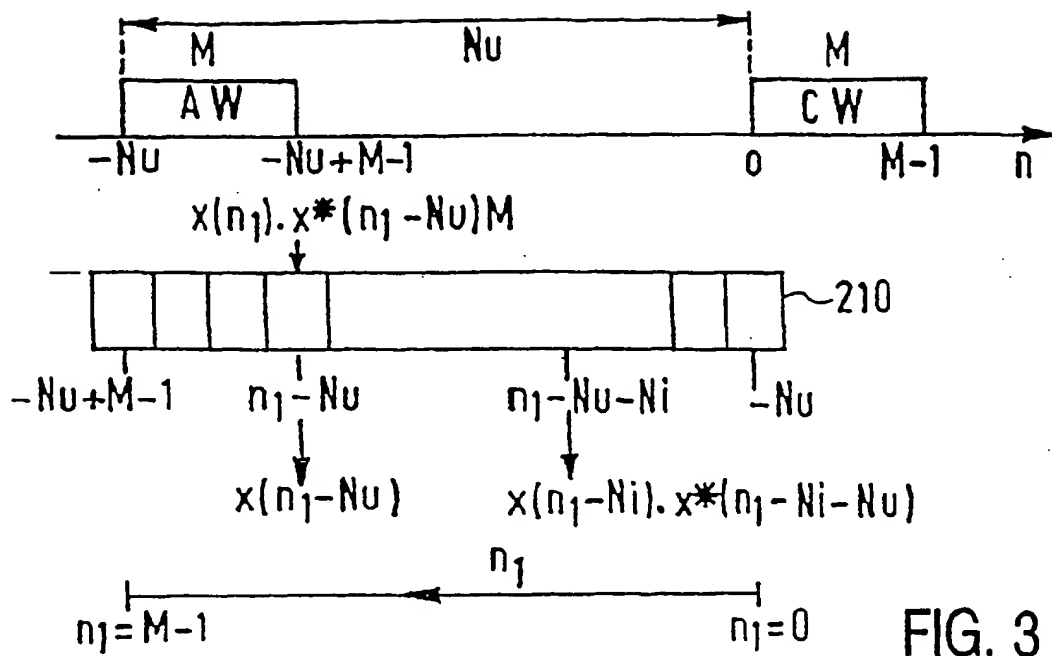


FIG. 3

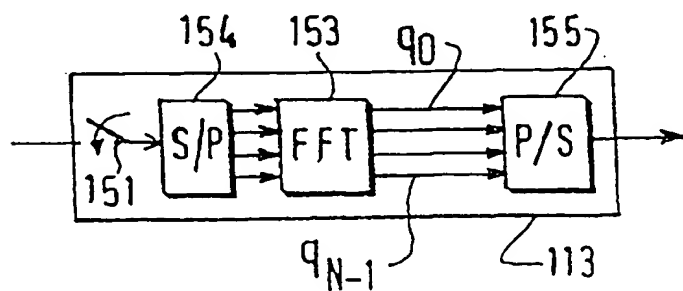


FIG. 4

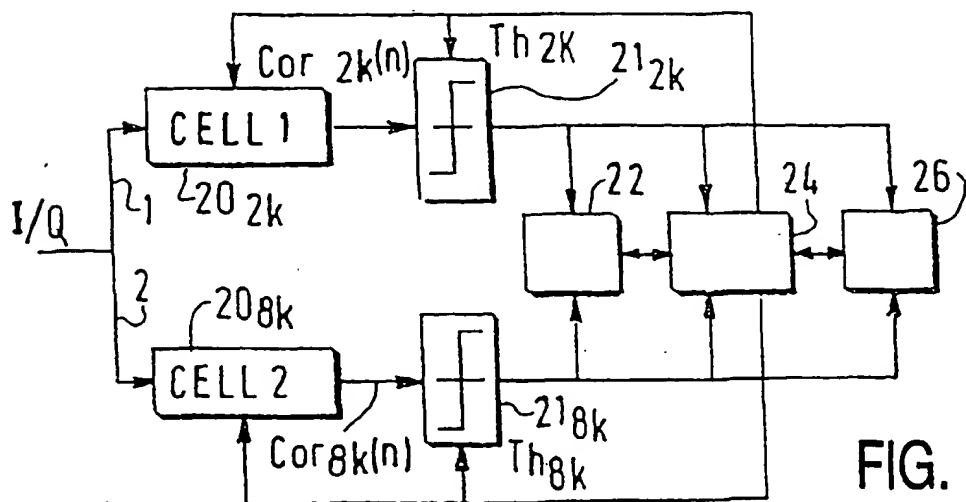


FIG. 5

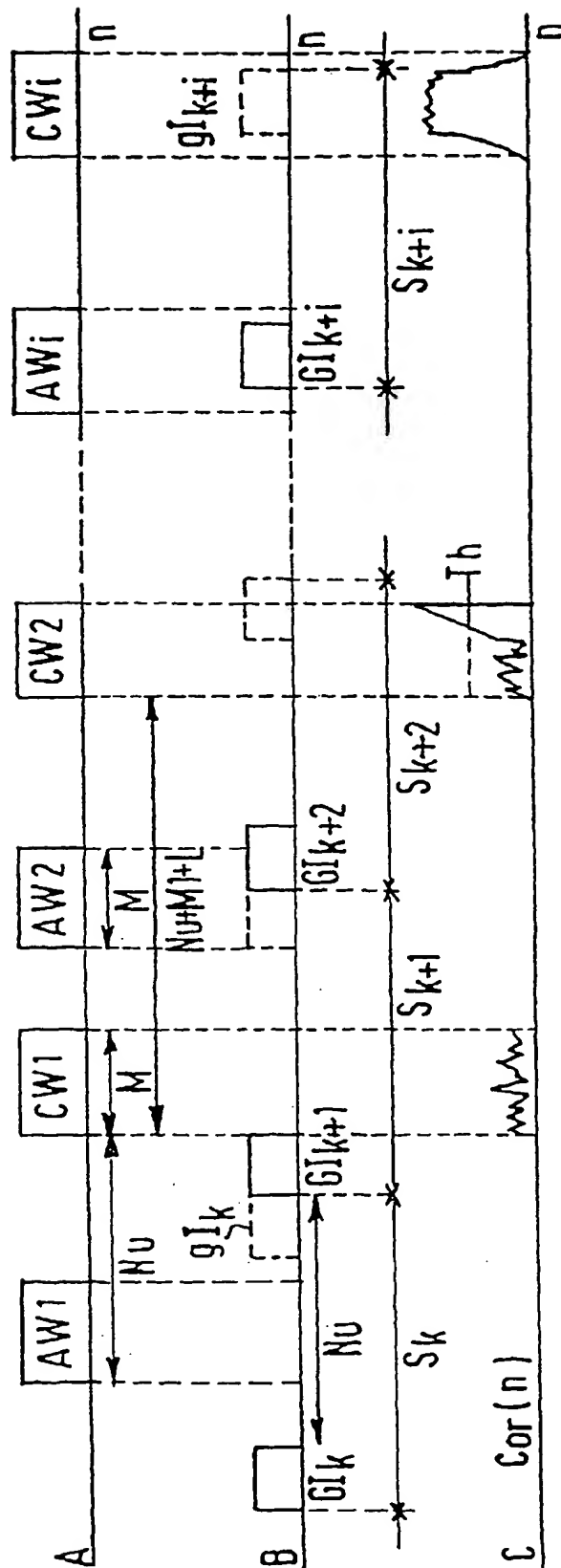
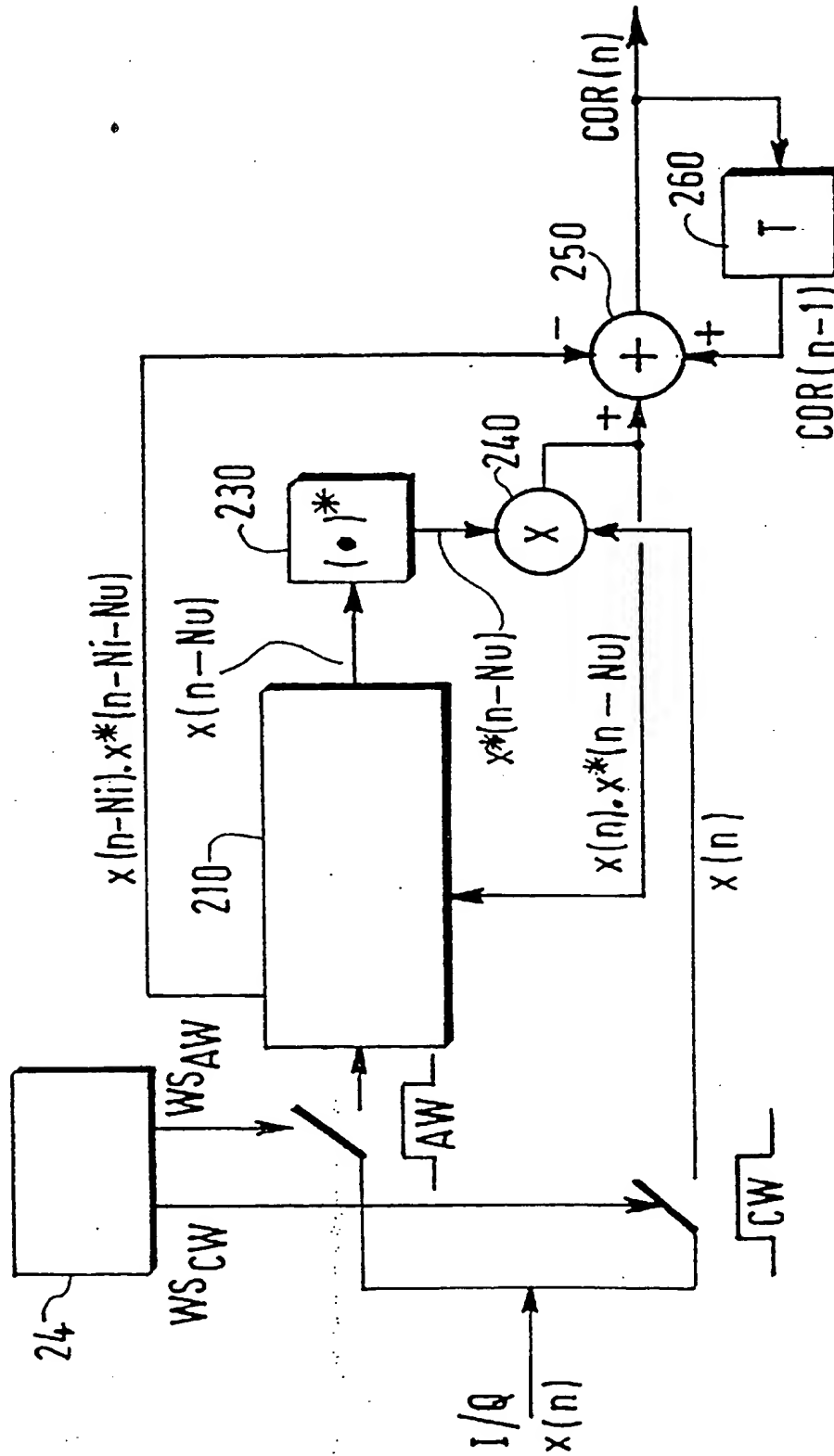


FIG. 6



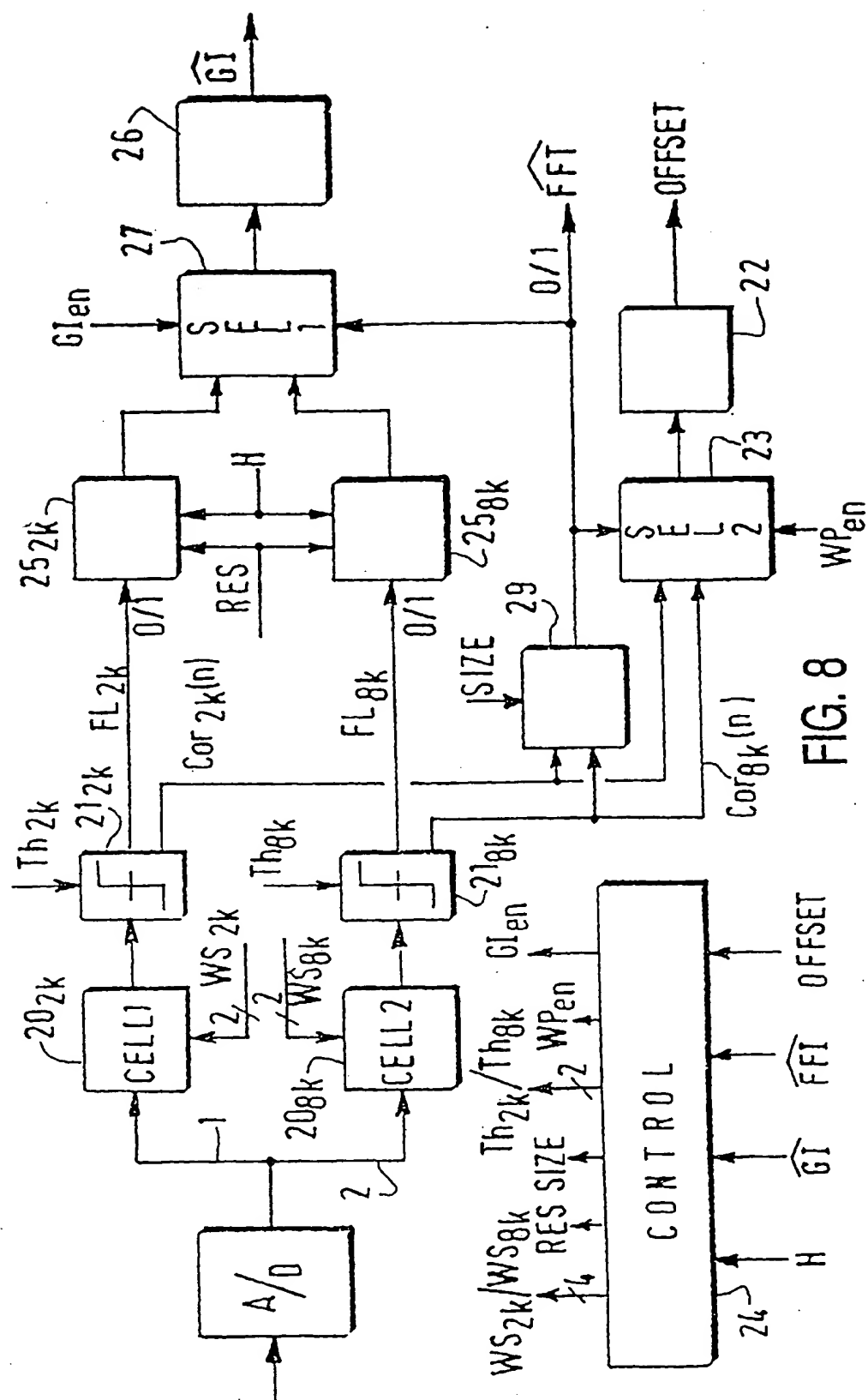
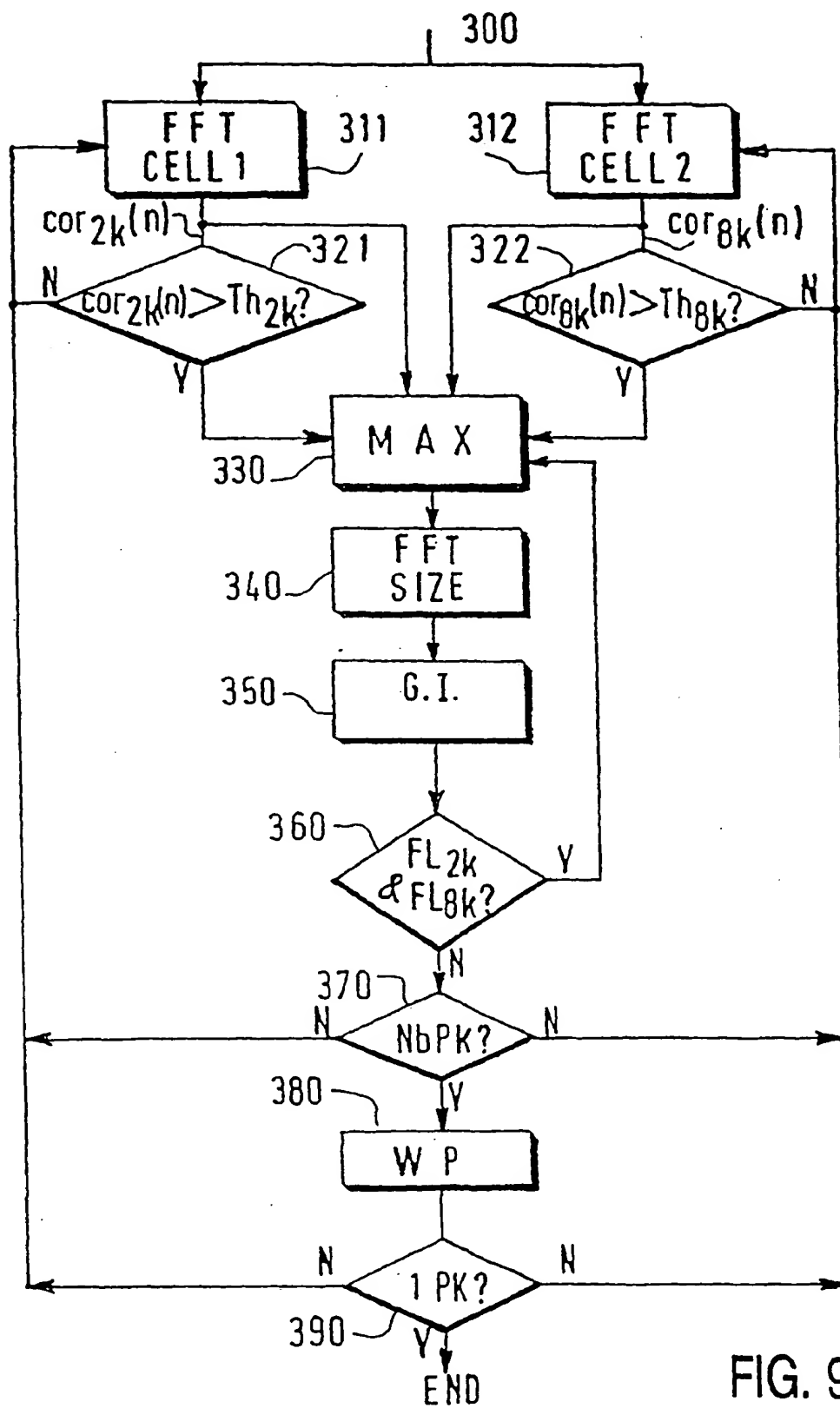


FIG. 8





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 98 20 1522

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.6)
P,X	WO 97 26742 A (FRANCE TELECOM ;TELEDIFFUSION FSE (FR); HELARD JEAN FRANCOIS (FR);) 24 juillet 1997 * page 2, ligne 5 - page 4, ligne 19 * * page 7, ligne 13 - ligne 21 * ---	1-3,6	H04L27/00 H04L27/26
P,X	EP 0 825 742 A (SONY CORP) 25 février 1998 * abrégé * * colonne 10, ligne 12 - colonne 12, ligne 47 * * colonne 14, ligne 20 - ligne 34 *	1,3,6	
P,A	---	2	
A	EP 0 666 661 A (GRUNDIG EMV) 9 août 1995 * le document en entier *	1-8	
A	EP 0 730 357 A (TELIA AB) 4 septembre 1996 * page 3, ligne 23 - ligne 38 * * page 4, ligne 5 - page 6, ligne 14 * * figure 7 *	1-3,6	
A	DE 44 05 752 C (GRUNDIG EMV) 25 août 1994 * colonne 2, ligne 46 - ligne 54 * * revendications *	1-8	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6) H04L H04H
D,A	EP 0 608 024 A (PHILIPS ELECTRONIQUE LAB ;PHILIPS ELECTRONICS NV (NL)) 27 juillet 1994 * le document en entier *	1-3,6	
A	EP 0 653 858 A (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO) 17 mai 1995 * abrégé * * colonne 3, ligne 19 - colonne 4, ligne 1 * * figure 6 * -----	1-3,6	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 13 août 1998	Examineur Koukourlis, S
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

EPO FORM 1600 03.92 (P04C62)